

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-210775

(43)Date of publication of application : 07.08.1998

(51)Int.Cl.

H02N 2/00

G02B 7/04

G02B 7/08

(21)Application number : 09-011099

(71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 24.01.1997

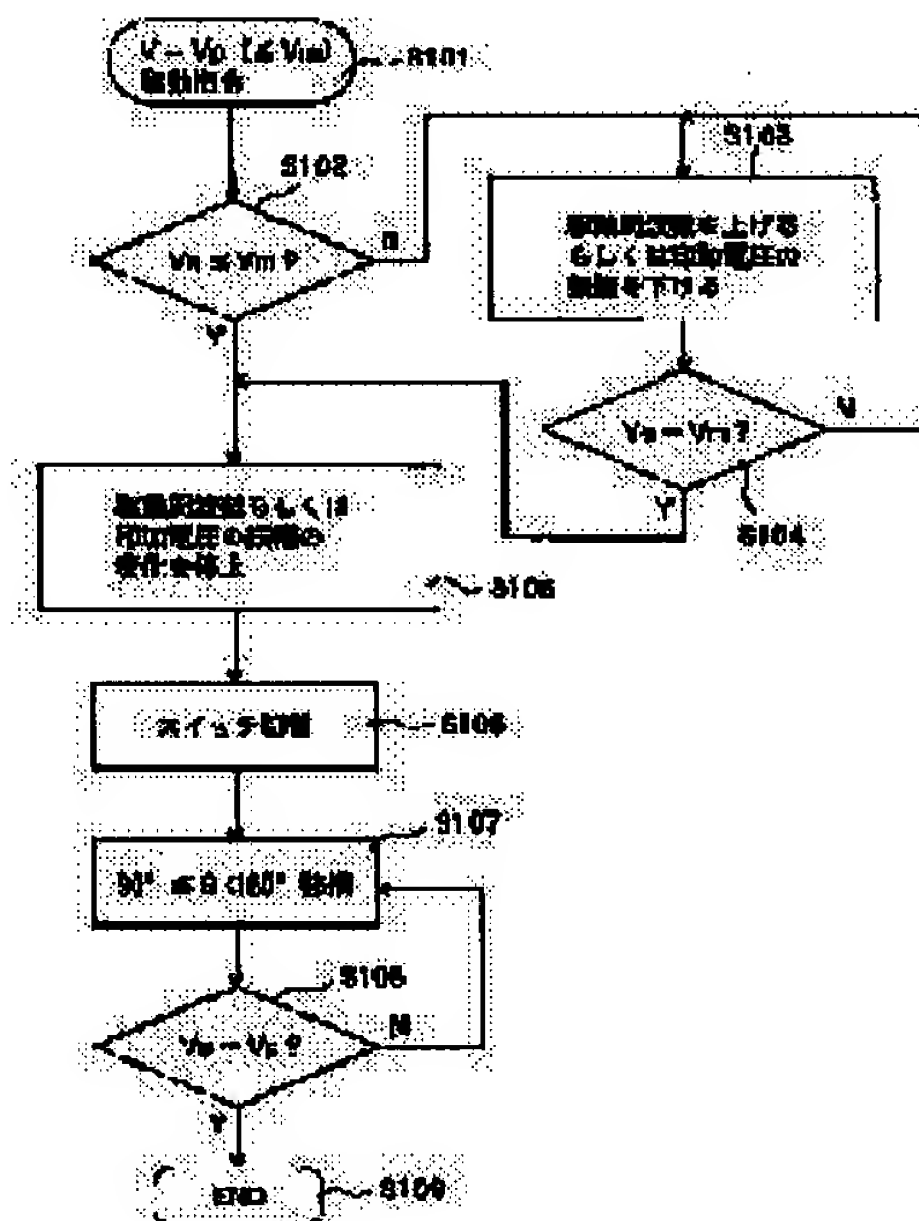
(72)Inventor : AKATA KOJI

## (54) DRIVER FOR OSCILLATORY ACTUATOR AND LENS DRIVER

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To enhance the performance of an oscillatory actuator by making the speed range adjustable over a wide range from low speed region to high speed region.

**SOLUTION:** The actuator driver comprises a power supply means for applying alternating signals having a different phase to the two-phase exciting source of an oscillatory actuator in order to generate an elliptical motion in a resilient member. The power supply means comprises means for adjusting the drive frequency and means for regulating the phase difference of the applying voltage which are switches (S106, S107) depending on the drive speed.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平 1 0 - 2 1 0 7 7 5

(43)公開日 平成10年(1998)8月7日

(51)Int. Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

H 0 2 N 2/00

H 0 2 N 2/00

C

G 0 2 B 7/04

G 0 2 B 7/08

B

7/08

7/04

E

審査請求 未請求 請求項の数 8

O L

(全 1 1 頁)

(21)出願番号 特願平9-11099

(22)出願日 平成9年(1997)1月24日

(71)出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72)発明者 赤田 弘司

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノ

ン株式会社内

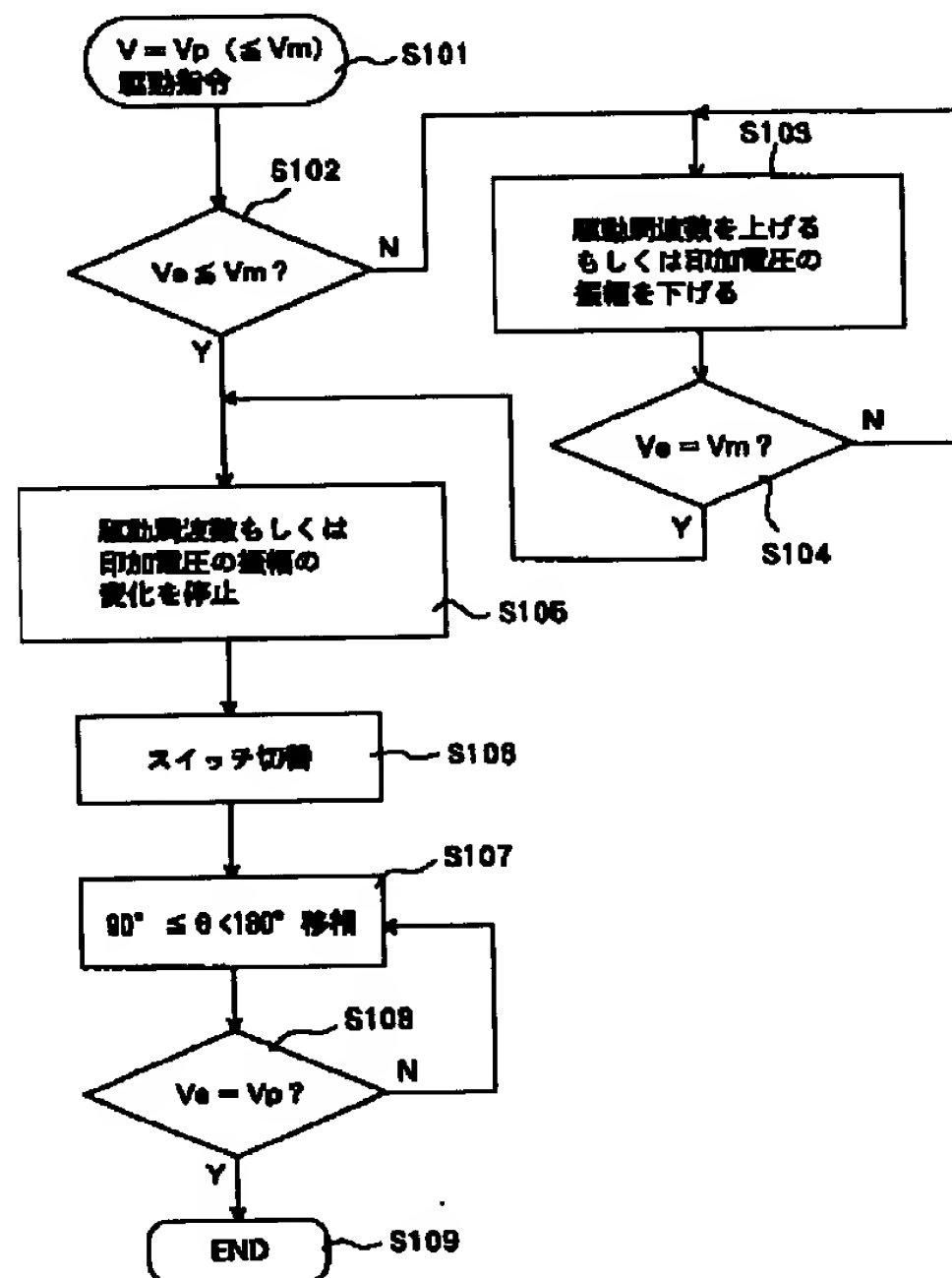
(74)代理人 弁理士 岸田 正行 (外3名)

(54)【発明の名称】 振動型アクチュエータの駆動装置およびレンズ駆動装置

(57)【要約】

【課題】 高速域～低速域まで幅広い速度領域の調節を可能にし、振動型アクチュエータの性能を向上させる。

【解決手段】 振動型アクチュエータの2相の励振源に位相の異なる交番信号を印加する給電手段を有し、前記給電手段からの給電によって弾性体に楕円軌道の運動を形成する振動型アクチュエータの駆動装置において、前記給電手段は、駆動周波数を調節する駆動周波数調節手段と、印加電圧の位相差を調節する印加電圧位相差調節手段を有し、駆動速度に応じて駆動周波数調節手段と印加電圧位相差調節手段を切り替える (S 1 0 6、S 1 0 7)。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 振動型アクチュエータの2相の励振源に位相の異なる交番信号を印加する給電手段を有し、前記給電手段からの給電によって弾性体に楕円軌道の運動を形成する振動型アクチュエータの駆動装置において、前記給電手段は、駆動周波数を調節する駆動周波数調節手段と、印加電圧の位相差を調節する印加電圧位相差調節手段を有することを特徴とする振動型アクチュエータの駆動装置。

【請求項2】 前記給電手段は、前記駆動周波数調節手段と、前記印加電圧位相差調節手段とを駆動速度に応じて切り替えることを特徴とする請求項1に記載の振動型アクチュエータの駆動装置。

【請求項3】 振動型アクチュエータの2相の励振源に位相の異なる交番信号を印加する給電手段を有し、前記給電手段からの給電によって弾性体に楕円軌道の運動を形成する振動型アクチュエータの駆動装置において、前記給電手段は、印加電圧の振幅を調節する印加電圧振幅調節手段と、印加電圧の位相差を調節する印加電圧位相差調節手段とを有することを特徴とする振動型アクチュエータの駆動装置。

【請求項4】 前記給電手段は、前記印加電圧振幅調節手段と前記印加電圧位相差調節手段とを駆動速度に応じて切り替えることを特徴とする請求項3に記載の振動型アクチュエータの駆動装置。

【請求項5】 前記2相の励振源は、定在波型の振動子であることを特徴とする請求項1、2、3または4に記載の振動型アクチュエータの駆動装置。

【請求項6】 前記2相の励振源は、進行波型の振動子であることを特徴とする請求項1、2、3または4に記載の振動型アクチュエータの駆動装置。

【請求項7】 前記振動型アクチュエータは、前記振動子と、前記振動子と接触する接触体とが相対的に移動することを特徴とする請求項1、2、3、4、5または6に記載の振動型アクチュエータの駆動装置。

【請求項8】 請求項1ないし7のいずれかに記載の振動波型アクチュエータの駆動装置における該振動波型アクチュエータをレンズ駆動源としたことを特徴とするレンズ駆動装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は振動型アクチュエータの駆動装置およびレンズ駆動装置に係り、特に駆動速度の調節に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 振動型アクチュエータは、電気-機械エネルギー変換素子の2相の励振源に位相の異なる交流電圧を印加することによって、弾性体に楕円運動を形成する振動子を基本的構成として有し、この振動子に接触体が当接し、該弾性体と該接触体との間で相対的移動を可

能とする振動型モータ、あるいは該弾性体に紙、カード等のシート状部材を載置し、該紙、カード等を搬送する搬送装置等が提案されている。

【0003】 従来の振動型アクチュエータにおける駆動速度（移動速度）は、駆動周波数対駆動速度の特性が、共振周波数を境にして低周波数側のカーブが急であり、高周波数側のカーブがなだらかなる性質より、共振周波数よりも高周波数側の領域を使用して制御を行っている。このため、駆動周波数を下げていくと駆動速度が上昇し、上げていくと駆動速度が下降していく傾向がある。これは駆動周波数を下げていくと、弾性体の共振周波数に近づいていくので、弾性体の駆動面の質点が描く楕円軌道の直径が増大していくために起こる。逆に駆動周波数を上げていくと弾性体の共振周波数から離れていくので楕円軌道の直径が減少していくために起こる。

【0004】 また駆動速度は一般に印加電圧の振幅を上げていくと上昇し、下げていくと下降していく傾向がある。これは印加電圧の振幅を上げていくと、励振源の励振力を直接増加させていくことになるので楕円軌道が増大していくために起こる。逆に印加電圧の振幅を下げていくと、励振源の励振力を直接減少させていくことになるので楕円軌道が減少していくために起こる。

【0005】 さらに駆動速度は一般に印加電圧の位相差によっても変化させることができる。これは弾性体もしくは接触体の移動方向の振動振幅と移動方向と垂直方向の振動振幅（一般に縦振幅と横振幅）との振幅比が変わり、楕円形状が変化するために起こる。

【0006】 一般に駆動速度の調節は上記の3つの方法のうち、いずれか1つの方法により速度調節が行われている。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら駆動周波数を変化させて速度調節する方法は、駆動周波数を上げていくと、励振源の共振周波数から離れていくので、楕円振幅（縦振幅と横振幅）が減少していき、駆動速度が下がっていくが、ついには、弾性体と接触体との接触圧に抑制されて駆動力を失い停止してしまう。

【0008】 また印加電圧の振幅を変化させて速度調節する方法は、印加電圧の振幅を下げていくと、励振源の励振力を直接減少させていくことになるので、楕円振幅が減少していき、駆動速度が下がっていくがついには弾性体と接触体との接触圧に抑制されて駆動力を失い停止してしまう。

【0009】 図6は駆動周波数を上げていった時もしくは印加電圧の振幅を下げていった時の駆動速度の変化を示した図である。この場合駆動速度はゆるやかに下降していくが、ある駆動周波数 $f$ 。もしくはある印加電圧 $V$ 。で駆動力を失って停止してしまい低速駆動が実現できない。

【0010】 さらに印加電圧の位相差を変化させて速度

調節する方法は、楕円振幅の増減によって速度調節する前記2つの方法と違い、主に縦振動と横振動の振幅比を変えて、速度調節する方法なので、駆動周波数が比較的共振周波数に近い周波数に設定されているときは比較的大きい楕円振幅に基づいて振幅比の調節が行われ、駆動周波数が共振周波数から離れた周波数に設定されている時は比較的小さい楕円振幅に基づいて振幅比の調節が行われることになる。

【0011】つまり、駆動周波数が比較的共振周波数に近い周波数に設定されている時は、比較的高速域での速度調節は行うことができるが、低速域での速度調節には不向きである。また、駆動周波数が共振周波数から離れた周波数に設定されている時は比較的低速域での速度調節は行うことができるが、高速域での速度調節には不向きである。

【0012】したがって上記3つのいずれかの速度調節法を単独で行ったとしても高速域～低速域まで幅広く速度調節を行うことができない。

【0013】本出願に係る第1の発明の目的は、高速域～低速域まで幅広い速度領域の調節を可能にし、振動型アクチュエータの性能を向上させることができる振動型アクチュエータの駆動装置を提供することにある。

【0014】本出願に係る第2の発明の目的は、高速域～低速域まで幅広い速度領域で振動型アクチュエータによりレンズを駆動できるレンズ駆動装置を提供することにある。

【0015】

【課題を解決するための手段】本出願に係る第1の発明の目的を実現する第1の構成は、振動型アクチュエータの2相の励振源に位相の異なる交番信号を印加する給電手段を有し、前記給電手段からの給電によって弾性体に楕円軌道の運動を形成する振動型アクチュエータの駆動装置において、前記給電手段は、駆動周波数を調節する駆動周波数調節手段と、印加電圧の位相差を調節する印加電圧位相差調節手段を有するものである。

【0016】本出願に係る第1の発明の目的を実現する第2の構成は、前記給電手段は、前記駆動周波数調節手段と、前記印加電圧位相差調節手段とを駆動速度に応じて切り替えるものである。

【0017】本出願に係る第1の発明の目的を実現する第3の構成は、振動型アクチュエータの2相の励振源に位相の異なる交番信号を印加する給電手段を有し、前記給電手段からの給電によって弾性体に楕円軌道の駆動振動を形成する振動型アクチュエータの駆動装置において、前記給電手段は、印加電圧の振幅を調節する印加電圧振幅調節手段と、印加電圧の位相差を調節する印加電圧位相差調節手段とを有するものである。

【0018】本出願に係る第1の発明の目的を実現する第4の構成は、前記給電手段は、前記印加電圧振幅調節手段と前記印加電圧位相差調節手段とを駆動速度に応じ

て切り替えるものである。

【0019】本出願に係る第1の発明の目的を実現する第5の構成は、前記2相の励振源は、定在波型の振動子である。

【0020】本出願に係る第1の発明の目的を実現する第6の構成は、前記2相の励振源は、進行波型の振動子である。

【0021】本出願に係る第1の発明の目的を実現する第7の構成は、前記振動型アクチュエータは、前記振動子と、前記振動子と接触する接触体とが相対的に移動するものである。

【0022】本出願に係る第2の発明の目的を実現する構成は、上記のいずれかの構成の振動波型アクチュエータの駆動装置における該振動波型アクチュエータをレンズ駆動源としたものである。

【0023】

【発明の実施の形態】

〔第1の実施の形態〕図1は第1の実施の形態を示す分解斜視図である。

【0024】図1において、1は圧電振動子で、リン青銅、黄銅等で板状に形成された弾性体1cの両主面に、一对の板状の圧電素子1a、1bが加圧接着されている。また、圧電振動子1の両主面にはニッケル、銅等の導電材料が蒸着され、電極層が形成されている。これらの電極層は、圧電振動子1の長手方向を2分する位置に絶縁分割して形成された4つの電極部1e～1hからなっている。

【0025】弾性体1cは、圧電振動子1の幅方向両側面より外方に、それぞれ2本の張り出し部1c-1、1c-2が形成されている。それぞれの張り出し部1c-1、1c-2の隙間の寸法は、後述の駆動子2の屈曲部2e、2gの幅寸法に等しいかやや大きく形成されている。張り出し部の位置は、圧電振動子1の振動モードの節部近傍となっており振動モードへの悪影響を回避している。

【0026】2はフェノール樹脂、エポキシ樹脂等で一体に形成された駆動子であり、圧電振動子1の振動を伝達し駆動力を得るための摺動部2a、2bが連結部2cを介してつながっている。また屈曲部2e、2gの中央部からは、係合穴2f、2hと、連結部先端に係止爪2e-1、2g-1（2g-1は不図示）とを設けた屈曲部2e、2gを有した腕部2dが延びている。また、屈曲部2e、2gの内面間の距離は、圧電振動子1の幅方向の長さに一致しているかやや大きく形成されている。

【0027】3はリン青銅等で形成された加圧バネで、幅方向両側に形成された張り出し部3a、3bにそれぞれ係合穴3a-1、3b-1が設けられている。また加圧バネ3の長手方向両端部には折り曲げ部3c-1、3c-2が設けられている。さらに加圧バネ3の中央部には、幅方向に凸部3dが形成されている。



【0028】4はステンレス鋼等で形成されたガイドレールである。5はローラでローラを支持する支持棒5aが圧入等の周知の方法で取り付けられている。

【0029】6はプラスチックモールド加工されたケースで、内側に係合軸部6a, 6bが設けられ、それらの根元にはストッパ6c, 6dが設けられている。またケース6の長手方向両端上部にはガイドレール4よりもやや大きい幅を持つ溝部6i, 6jが設けられている。またケース6の一部に溝部6mが設けられている。さらにケース6の幅方向両端部には溝部6e~6hが設けられている。またケース6の角部上端には係合軸部6k, 6lが設けられている。

【0030】7はプラスチックモールド加工されたキャップで、支持棒5aを軸支する軸受溝（不図示）と係合軸部6k, 6lと係合位置ぎめされる穴部（不図示）が設けられている。さらにキャップ7の幅方向両端部には係止爪を有した挟持片7a~7d（7c不図示）が設けられている。

【0031】8はフレキシブルプリント基板で、各電極部1e~1hと金属薄板1cの張り出し部1c-1に接

続される腕部8aと外部駆動回路と接続される端子部8bを有している。

【0032】つぎに各部品の相互関係について説明する。

【0033】まず、屈曲部2e, 2gの内面および屈曲部2e, 2gの幅方向側面を、圧電振動子1の幅方向両側面および張り出し部1c-1, 1c-2の隙間にそれぞれ位置合わせをしながら、駆動子2の係止爪2g-1, 2e-1を圧電振動子1の上面端部につきあて、さらに駆動子2を下方に押しつけていく。そうすると屈曲部2e, 2gが外側に撓む。屈曲部2e, 2gの幅方向側面を張り出し部1c-1, 1c-2の隙間に嵌合させながらさらに駆動子2を下方に押しつけていくと、摺動部2a, 2bの下面が圧電振動子1の上面につきあたると同時に、屈曲部2e, 2gの撓みが開放されて、係止爪2e-1, 2g-1が圧電振動子1の下面端部に係合し、駆動子2が圧電振動子1に固定される。このような構成によれば、摺動部2a, 2bの、長手方向の位置ずれを駆動子2の屈曲部2e, 2gの幅方向側面で規制し、幅方向の位置ずれを駆動子2の屈曲部2e, 2gの内面で規制するので、圧電振動子1の振動の腹部の最適位置に、常に摺動部2a, 2bを配置できる。

【0034】したがって、量産時でも性能が安定した振動装置が提供できる。また、駆動子2が一体に形成されているとともに、係止爪2e-1, 2g-1と圧電振動子1との係合により、駆動子2が圧電振動子1から離脱することがなくなるので、駆動不能の懸念を一掃できる。さらに、駆動子2に圧電振動子1の駆動方向への移動を規制する係合穴2f, 2hが設けられているので、金属薄板からなる弾性体による圧電振動子の位置決め手

段を廃止できる。

【0035】すなわち、弾性体への応力集中による変化が防止でき、良好な加圧状態が常に得られ、駆動性能が維持できる。なお、摺動部2a, 2bの下面にエポキシ系等の接着材を塗布してから上記工程を行い、その後摺動部2a, 2bを圧電振動子1に圧接させて強固に固定すると、さらに振動の伝達が良好に行われる。

【0036】つぎに、駆動子2が組み込まれた圧電振動子1にフレキシブルプリント基板8を半だ付け等により取り付ける。電極部1e~1hと金属薄板1cの張り出し部1c-1に、フレキシブルプリント基板8の5本の腕部8aがそれぞれ接続される。

【0037】ケース6に設けられた係合軸部6a, 6bにそれぞれ加圧バネ3に設けられた係合穴3a-1, 3b-1が係合する。そのとき加圧バネ3の張り出し部3a, 3bがやや係合軸方向に折り曲げられており、係合軸部6a, 6bと係合穴3a-1, 3b-1の嵌合ガタをなくしている。そして、折れ曲がり部3c-1, 3c-2がケースの底面に接触するまで加圧バネ6はスライドされて止まる。加圧バネ6の最大たわみ量は張り出し部3a, 3bがケース6のストッパ6c, 6dに突き当たるまで撓むようになっている。

【0038】つぎに、駆動子2に設けられた係合穴2j, 2lを、ケース6の係合軸部6a, 6bにそれぞれ挿通させる。そして圧電振動子1の圧電素子1bに加圧バネ6の凸部3dに接触するまで、圧電振動子1がスライドされる。

【0039】ローラ5に圧入等の方法で取り付けられた支持棒5aの両端部がキャップ7に設けられた軸受部（不図示）に装着固定される。

【0040】加圧バネ3と圧電振動子1が取り付けられたケース6と、ローラ5が取り付けられたケース7が、ローラ5の面と駆動子2の摺動部2a, 2bの上面でガイドレール4を挟みこむようにして取り付けられる。その際に、キャップ7に設けられた係止爪を有する挟持片7a~7d（7c不図示）がケース6の溝6e~6hにガイドされて、スナップフィットにより取り付けられる。またそのときに、ケース6の係合軸6k, 6lとキャップ7に設けられた穴部（不図示）と係合し、キャップ7がケース6と位置決めされる。さらにガイドレール4はケース6の溝6i, 6jにより幅方向への移動が規制される。

【0041】以上のようにして完全に組み込まれた状態では、加圧バネ3が加圧方向に撓み、摺動部2a, 2bのガイドレール4への最適な押圧力を常に供給するようになっている。

【0042】なお、フレキシブルプリント基板8は、ケース6に設けられた溝6mよりケース6の外部へ引き出され、フレキシブルプリント基板8を外部駆動回路に結線することによって、給電が可能となる。

【0043】次に本実施の形態の振動型アクチュエータの駆動原理について説明する。

【0044】図2は、圧電素子の圧電効果を示した図である。同図において、10は圧電素子で、図の下方から上方へ分極処理がなされている（図中矢印の方向）。また、圧電素子の両面には電極部10a、10bが蒸着処理により施されている。

【0045】図2(a)は電極部10aに+電位、電極部10bに-電位を印加したときの様子を示した図である。この場合圧電素子には、電極部10aから電極部10bの方向つまり分極方向と逆方向に電界が印加されるので圧電素子は分極方向に対して垂直の方向に縮み、電界の大きさに応じた縮み量が発生する。

【0046】図2(b)は電極部10aに-電位、電極部10bに+電位を印加したときの様子を示した図である。この場合圧電素子には、電極部10bから電極部10aの方向つまり分極方向と順方向に電界が印加されるので圧電素子は分極方向に対して垂直の方向に伸び、電界の大きさに応じた伸び量が発生する。

【0047】本実施の形態の振動型アクチュエータにおける圧電振動子は、これらの圧電現象を利用して駆動子に楕円運動が発生するように定在波を励起しようとしたものである。

【0048】図3は本実施の形態の振動型アクチュエータにおける圧電振動子を側面から見た模式図である。圧電素子11aは図の下方から上方へ分極処理が施され、圧電素子11bは図の上方から下方へ分極処理が施されている。また、弾性体11cはグラウンドに接続されている。このように構成された圧電振動子11に、電極部11eと11hに交番電圧 $V_A = V_0 \sin \omega t$

( $V_0$ : 交番電圧振幅、 $\omega$ : 角周波数、 $t$ : 時間)を印加し、電極部11fと11gには交番電圧 $V_B = \sin(\omega t + \theta)$  ( $\theta$ : 位相角 $\theta \neq 0^\circ, 180^\circ$ )を印加すると、圧電効果によって圧電振動子が種々の挙動を繰り返す。

【0049】たとえば図4に示すように、 $V_A = V_0 \sin \omega t$ 、 $V_B = \sin(\omega t + 90^\circ)$ をそれぞれ印加すると、時間 $t_1$ における圧電振動子の挙動は、電極部11e~11hには同値で+の電圧が印加されるので、図5(a)が示すように縮みが生じる。図4の時間 $t_2$ における圧電振動子の挙動は、電極部11e、11hには+の電圧が印加され、電極部11f、11gには-の電圧で電極部11e、11hへの印加電圧と絶対値が同値の電圧が印加されるので、図5(b)が示すように屈曲する。図4の時間 $t_3$ における圧電振動子の挙動は、電極部11e~11hには同値で-の電圧が印加されるので、図5(c)が示すように伸びが生じる。図4の時間 $t_4$ における圧電振動子の挙動は、電極部11e、11hには-の電圧が印加され、電極部11f、11gには+の電圧で電極部11e、11hへの印加電圧

と絶対値が同値の電圧が印加されるので、図5(d)が示すように屈曲する。

【0050】以上のことから連続的な時間で挙動を見ると、圧電振動子は伸縮運動（縦振動）と屈曲運動（横振動）が合成された挙動を示し、駆動子12a、12bは図5に示す平面内において楕円軌道を描くことになる。そして駆動子12a、12bの楕円軌道の回転方向は一致している。また、交番電圧 $V_A$ と $V_B$ の位相を逆転させると楕円軌道の回転方向は上記方向と逆方向になる。

【0051】以上のようにして楕円運動を行う駆動子12a、12bにガイドレール等の摺動部材を押圧すると、駆動力が発生し、ガイドレール等の摺動部材と駆動子とが相対的に移動可能となる。

【0052】次に楕円軌道と駆動速度の関係について図7を用いて説明する。図7(a)はガイドレール4の推進方向xの振動成分にくらべてガイドレール4の推進方向と垂直方向yの振動成分が大きい楕円軌道31がガイドレール4に当接している様子を示す図である。同図において、32は楕円軌道31がガイドレール4に当接した時に発生する速度ベクトルで、33はガイドレール4の推進に寄与するx方向の速度成分である。

【0053】一方、図7(b)はガイドレール4の推進方向xの振動成分にくらべてガイドレール4の推進方向と垂直方向yの振動成分が小さい楕円軌道34がガイドレール4に当接している様子を示す図である。同図において、35は楕円軌道34がガイドレール4に当接した時に発生する速度ベクトルで36はガイドレール4の推進に寄与するx方向の速度成分である。

【0054】ここで、速度ベクトル32と35の大きさが同じだったと仮定すると、ガイドレール4の推進に寄与するx方向の速度成分は、速度成分33<速度成分36となる。

【0055】したがって、楕円軌道31はガイドレール4の低速駆動に適した形状であり、楕円軌道34はガイドレール4の高速駆動に適した形状であると考えられる。

【0056】これを踏まえて前述の駆動原理を再考すると、図4において印加電圧 $V_A$ と印加電圧 $V_B$ の位相差 $\theta$ を $90^\circ < \theta < 180^\circ$ とし、 $\theta$ を $180^\circ$ に近づけていくと、縦方向の振動振幅が減少し、屈曲方向の振動振幅が増大していくので図7(a)の楕円軌道31の形状に近づき低速駆動に適した楕円軌道となる。

【0057】一方、印加電圧 $V_A$ と印加電圧 $V_B$ の位相差 $\theta$ を $0 < \theta < 90^\circ$ とし $\theta$ を $0^\circ$ に近づけていくと、屈曲方向の振動振幅が減少し、縦方向の振動振幅が増大していくので、図7(b)の楕円軌道34の形状に近づき高速駆動に適した楕円軌道となる。

【0058】以上のことから考えると、図6において駆動周波数を上げてもしくは、印加電圧の振幅を下げても駆動速度を減速していった時に失速限界（駆動速度 $v_c$ ）

の駆動周波数 $f$ 。よりもやや低い駆動周波数 $f - \Delta f$ 、もしくは失速限界の印加電圧 $V$ 。よりもやや高い印加電圧 $V + \Delta V$ に到達した時点で駆動周波数もしくは印加電圧の振幅の変化を停止して、代わりに印加電圧 $V_A$ と印加電圧 $V_B$ の位相差 $\theta$ を $90^\circ \leq \theta < 180^\circ$ で変化させて屈曲方向の振動振幅を増大させると、振動振幅を弱小化させずに低速駆動が実現でき、駆動周波数 $f$ 。もしくは印加電圧 $V$ 。での失速を回避できる。

【0059】図8は駆動周波数を $f - \Delta f$ もしくは印加電圧を $V + \Delta V$ として固定し、印加電圧 $V_A$ と印加電圧 $V_B$ の位相差を $90^\circ \sim 170^\circ$ の範囲で変化させた時の駆動速度の様子を示す図である。位相差を $180^\circ$ に近づけていくと駆動速度が徐々に減少していき、駆動速度 $v$ 。に至っても失速せずにさらに低速駆動が実現している。

【0060】次に本実施の形態の振動型アクチュエータの駆動装置のシステム構成を図9および図10を用いて説明する。なお高速～中速域の速度調節は駆動周波数で行う場合を例にして説明を行うが、印加電圧の振幅で行う場合も同様のシステム構成となる。

【0061】図9において、駆動司令部51には駆動周波数と駆動速度の対応データが記憶されており、必要な駆動速度を得るための駆動周波数指令信号が出力され、発振器52に入力される。発振器52からは駆動周波数に応じたパルス信号が出力され波形整形器53によって交番電圧信号が形成されてスイッチ部54に入力される。

【0062】一方、駆動司令部51からは失速してしまう駆動周波数の少し手前の周波数( $f - \Delta f$ )に達した時にそれを知らせる切替信号が出力され、スイッチ部54に入力される( $f - \Delta f$ の値は予め調べられていて、駆動司令部51に記憶されている)。また駆動司令部51はA相とB相の印加電圧の位相差と駆動速度の対応データが記憶されており、駆動周波数が $f - \Delta f$ 以上になった時に、必要な駆動速度に応じた移相信号が出力され、後述の $90^\circ \leq \theta < 180^\circ$ 移相器56に入力されて移相制御が行われる。

【0063】スイッチ部54には、波形整形器53からの2相の交番電圧信号の移相差を $90^\circ$ に設定する $90^\circ$ 移相器55と位相差を $90^\circ \sim 180^\circ$ の範囲で移相できる $90^\circ \leq \theta < 180^\circ$ 移相器56が接続されており駆動周波数が $f - \Delta f$ よりも低い場合は $90^\circ$ 移相器55に、 $f - \Delta f$ 以上の場合は $90^\circ \leq \theta < 180^\circ$ 移相器56に切替が行なわれる。

【0064】 $90^\circ$ 移相器55と $90^\circ \leq \theta < 180^\circ$ 移相器56のいずれか一方に入力され移相された2相の交番電圧信号は増幅器57で増幅され、2相の交番電圧がUSM58に入力され、所望の駆動速度が得られるようになる。

【0065】以上のシステム構成では、駆動司令部51

に駆動周波数と駆動速度の対応データと2相の印加電圧の位相差と駆動速度の対応データが記憶され、それらのデータに基づいて速度調節が行なわれるようになっていくが、使用環境の変化や経年変化により、実際の駆動速度が所望値からずれてしまう可能性がある。

【0066】その場合は図10のシステム構成図が示す様に、振動型アクチュエータ(USM)62にMR素子等の位置センサーを付加し、この位置センサーからの位置情報を駆動指令部61に入力し駆動指令部61内で速度に演算することによって、実際の駆動速度の情報が得られ、その情報にしたがって駆動周波数または印加電圧の位相差を変化させるように構成すれば、より正確に所望の駆動速度が得られる。またスイッチ部54の切替動作においても、駆動速度情報に基づく方がより正確な切替動作が可能になる。

【0067】以上のように構成すれば、より低速駆動が可能になり、高速から低速まで調節可能な駆動速度領域が広い振動型アクチュエータが提供できる。

【0068】図13に本実施の形態の動作フローチャートを示す。

【0069】駆動装置の駆動速度 $v$ を駆動周波数 $f - \Delta f$ もしくは印加電圧の振幅 $V + \Delta V$ の時の速度 $v_m$ 以下( $v_p$ )にする駆動指令(101)が駆動指令部51もしくは61に入力されると、現在の速度 $v$ 。が $v_m$ 以下であるかどうかの判断を駆動指令部51もしくは61内で行う(S102)。

【0070】現在の速度 $v$ 。は、前述のように駆動周波数(もしくは印加電圧の振幅)と駆動速度の対応データと2相の印加電圧の位相差と駆動速度の対応データに基づいても、位置センサーからの位置情報に基づいても良い。

【0071】現在速度 $v$ 。が速度 $v_m$ よりも速ければ、駆動周波数を上げていくか印加電圧の振幅を下げていくかする命令を駆動指令部51もしくは61から発し(S103)、速度を下げていく。そして $v = v_m$ かどうかを駆動指令部51もしくは61内で判断し(S104)、 $v \neq v_m$ ならサブルーチンS103を $v = v_m$ になるまで繰り返す。

【0072】サブルーチンS102により、 $v \leq v_m$ と判断されるか、もしくはサブルーチンS104より $v = v_m$ と判断されると、今度は駆動周波数(もしくは印加電圧の振幅)の変化を停止させる処理、および $90^\circ$ 移相器55から $90^\circ \leq \theta < 180^\circ$ 移相器56に接続を切替る切替命令をスイッチ部54に送る処理を駆動指令部51もしくは61が行い(S105, S106)、印加電圧の位相差 $\theta$ を移相器56により $90^\circ \leq \theta < 180^\circ$ の範囲で $90^\circ$ から $180^\circ$ の方向に移相していく(S107)。

【0073】そしてサブルーチンS108により、 $v = v_p$ かどうかを駆動指令部51もしくは61内で判断



し、 $v_s \neq v_p$  ならサブルーチン S107 を繰り返し、サブルーチン S108 により、 $v_s = v_p$  と判断されると一連の動作を終了する (109)。

【0074】〔第2の実施の形態〕第1の実施の形態では縦振動と屈曲振動の定在波の合成により楕円軌道を形成するいわゆる定在波形の励振源を用いていたが、特公平4-72470等に記載されているようないわゆる進行波型の励振源を用いても同様の効果が得られる。図11は進行波が形成されるステータの振動状態の一部分を模式化した図である。この種の励振源は特公平4-72470号公報に記載されているように、一般に2相に分けられた励振源としての圧電素子などの電気-機械エネルギー変換素子を入/2 ( $\lambda$ : 波長) の空間的位相差を設け、それぞれの相に  $90^\circ$  の時間的位相差をもつ交流電圧を印加すると、それぞれの相の励振によって発生した定在波が重なり合って進行波が形成される。

【0075】図11において、符号71で示す波形を仮にA相の励振によって発生した定在波とすると、符号72で示す波形がA相に対して空間的位相差および時間的位相差を  $90^\circ$  に設定したB相の励振によって発生する定在波となる。そしてこれら2つの定在波71, 72を重ね合わせる(合成する)ことにより、進行波73を得る。

【0076】今、B相をA相に対する空間的位相差は  $90^\circ$  のままで時間的位相差を  $45^\circ$  に設定して励振させると、符号74で示す波形が発生する定在波となる。そしてA相の定在波71とB相の定在波74を重ね合わせる(合成する)ことによりと進行波75を得る。

【0077】ここで進行波73と75を比較すると、進行波75の方が、進行波の移動方向(図11のx方向)とは垂直な方向の振動振幅(一般に横振幅)が増大している。この増加量は時間的位相差  $\theta_t$  が  $0 < \theta_t < 90^\circ$  の範囲で変化し、 $0^\circ$  に近づくほど大きくなる。つまり楕円軌道としては図7(a)のような低速駆動に適した形に近づいていく。

【0078】したがって進行波の励振源を用いた場合においても時間的位相差を調節させれば、振動振幅を弱小化させずに、より低速駆動が実現できる。

【0079】〔第3の実施の形態〕図12は第3の実施の形態を示す。

【0080】本実施の形態は、上記した第1あるいは第2の実施の形態をスチルカメラ・シネカメラ・テレビカメラ・ビデオカメラ等の光学機器のレンズ駆動装置に適用したものである。

【0081】同図において、82は被駆動物であるレンズ81を保持する保持部材であり、振動装置を収納するスリーブ部82aと、レンズ81を光軸方向に伸びたガイドレール83, 84に沿って移動できるような穴部82bと溝部82cを有している。

【0082】スリーブ部82aには前述の振動型アクチ

ュエータの圧電振動子、駆動子、加圧バネ、ガイドレールの一部、ローラ、フレキシブルプリント基板の一部に相当する部材が収納されており、キャップ85がスナップフィットによって取付けられている。またスリーブ部82aには開口部82a-1が設けられていて圧電振動子に半田付されたフレキシブルプリント基板86が外部駆動回路(不図示)との接続のために導出している。さらにスリーブ部82aには開口部82a-2と先端に半球状の突起が設けられた挟持片82a-3を有しており、MR素子等の磁気検出素子87が収納される。また磁気検出素子87の端子部87aがフレキシブルプリント基板88と接続され、フレキシブルプリント基板88は外部回路(不図示)と接続されている。なお、ガイドレール83には光軸方向に沿って所定パターンに着磁された磁極部が設けられており、前述の磁気検出素子87によってレンズ81の現在位置を把握することができるようになっている。またスリーブ部82aには穴部82bの対向部にガイドレール83を挿通し、レンズ81を光軸方向に移動できるような穴部(不図示)が設けられている。

【0083】以上のような装置を前述のシステム構成によって駆動を行えば、高速～低速まで広い速度領域が調節可能となり、レンズ駆動装置としての性能が向上する。

【0084】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、給電手段に駆動周波数調節手段もしくは印加電圧振幅調節手段と、印加電圧位相差調節手段とを持たせ、所定速度よりも速い速度の時は駆動周波数調節手段もしくは印加電圧振幅調節手段を用い、所定速度以下の速度の時は印加電圧位相差調節手段を用いることにより、高速～低速まで広い速度領域の調節を可能にし、振動型アクチュエータの性能を向上させることができる。

【0085】また本発明は定在波型の励振源のみならず、進行波型の励振源においても有効である。

【0086】さらにレンズ駆動装置に適用すれば、高速～低速まで幅広い速度領域のレンズ駆動が可能となり、より高性能なレンズ駆動装置が得られる。

【0087】またレンズ駆動装置に限らず、2相の励振源に位相の異なる交流電圧を印加することによって弾性体に形成される楕円運動に接触体が当接して、弾性体と接触体との間で相対的に移動可能に構成されている装置に適用すれば、同様の効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施の形態の振動型アクチュエータの分解斜視図。

【図2】図1の振動型アクチュエータの圧電効果を説明する模式図。

【図3】図1の圧電振動子の模式図。

【図4】図1の振動型アクチュエータに印加される印加



電圧の波形例を示す図。

【図5】図1の圧電振動子の挙動を示す図。

【図6】従来の駆動周波数もしくは駆動電圧と駆動速度の関係を示す図。

【図7】第1の実施の形態における楕円軌道と駆動速度を説明する図。

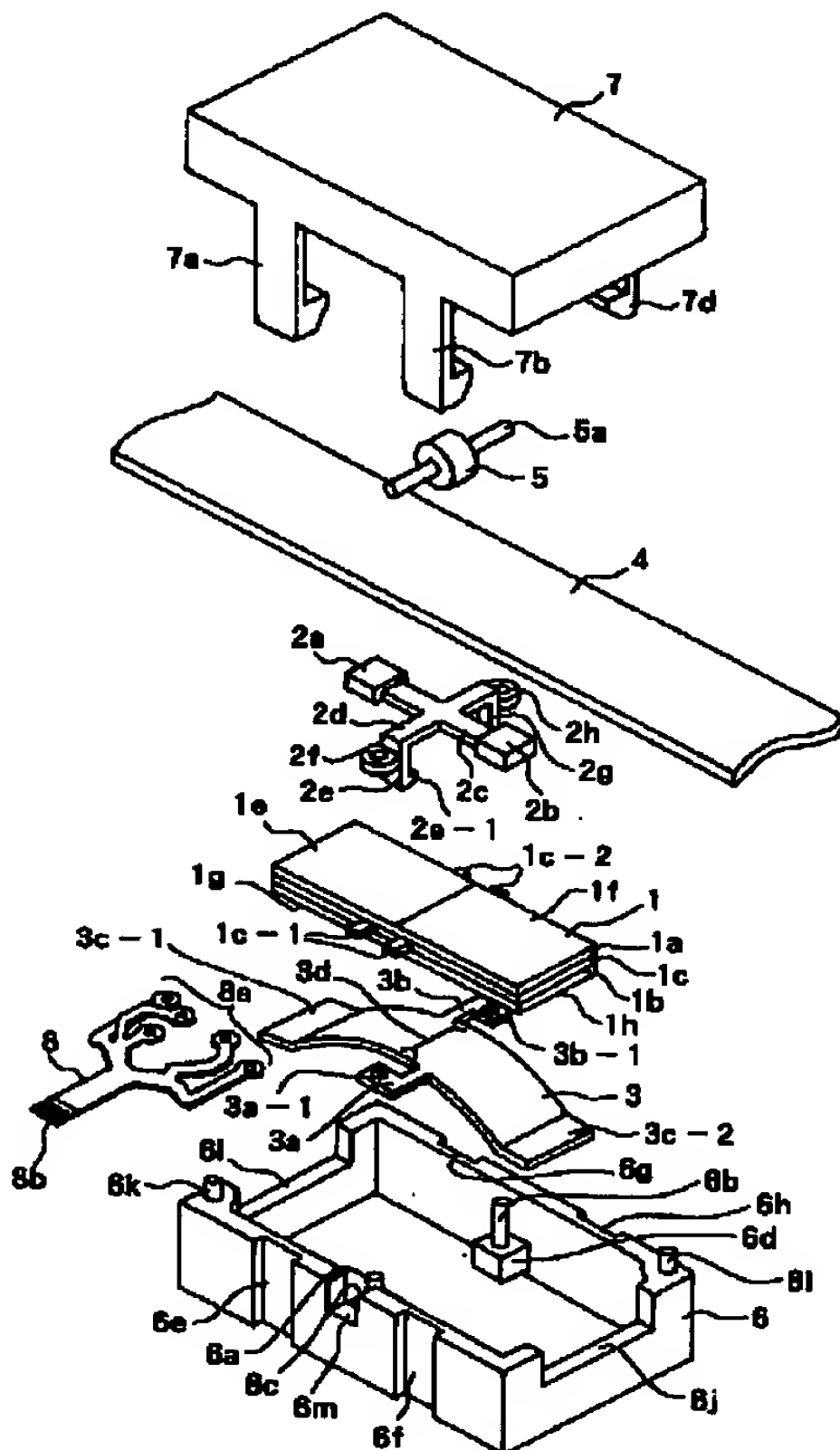
【図8】第1の実施の形態におけるA相とB相の印加電圧の位相差と駆動速度の関係を示す図。

【図9】第1の実施の形態の駆動装置のシステム構成を示すブロック図。

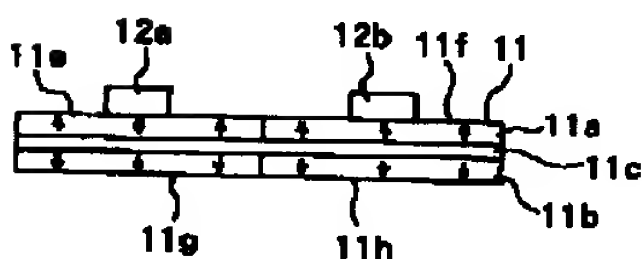
【図10】第1の実施の形態の駆動装置の他のシステム構成を示すブロック図。

【図11】第2の実施の形態における進行波の形成を説明する図。

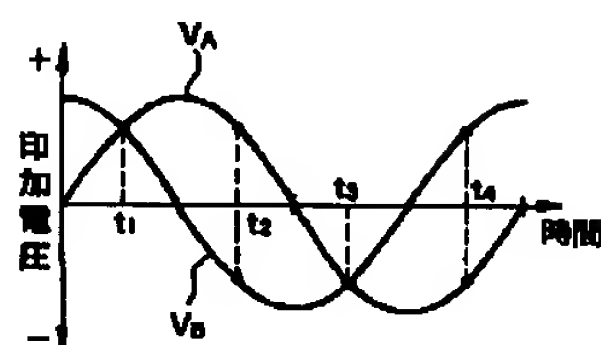
【図1】



【図3】



【図4】



【図12】第3の実施の形態を示すレンズ駆動装置を示す分解斜視図。

【図13】第1の実施の形態の動作を示すフローチャート。

【符号の説明】

1, 11...圧電振動子

2, 12...駆動子

子

3...加圧バネ

4...ガイドレール

ル

10 54...スイッチ部

55...90° 移相器

相器

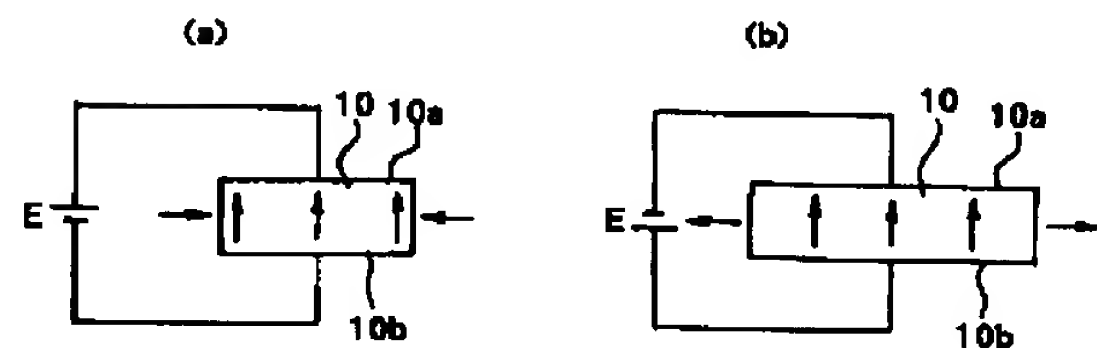
56...90° ≤ θ < 180° 移相器

V\_A ...A相印加電圧

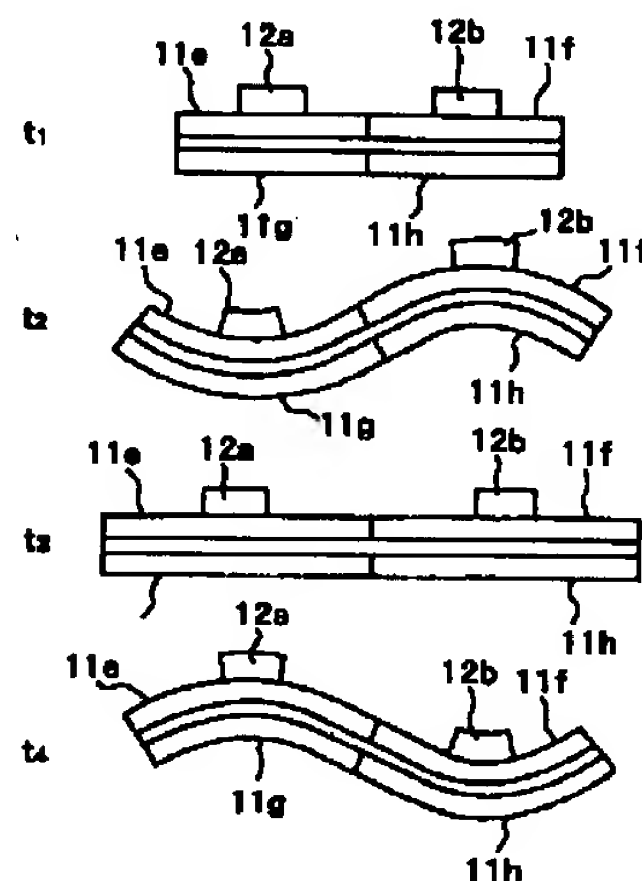
電圧

V\_B ...B相印加電圧

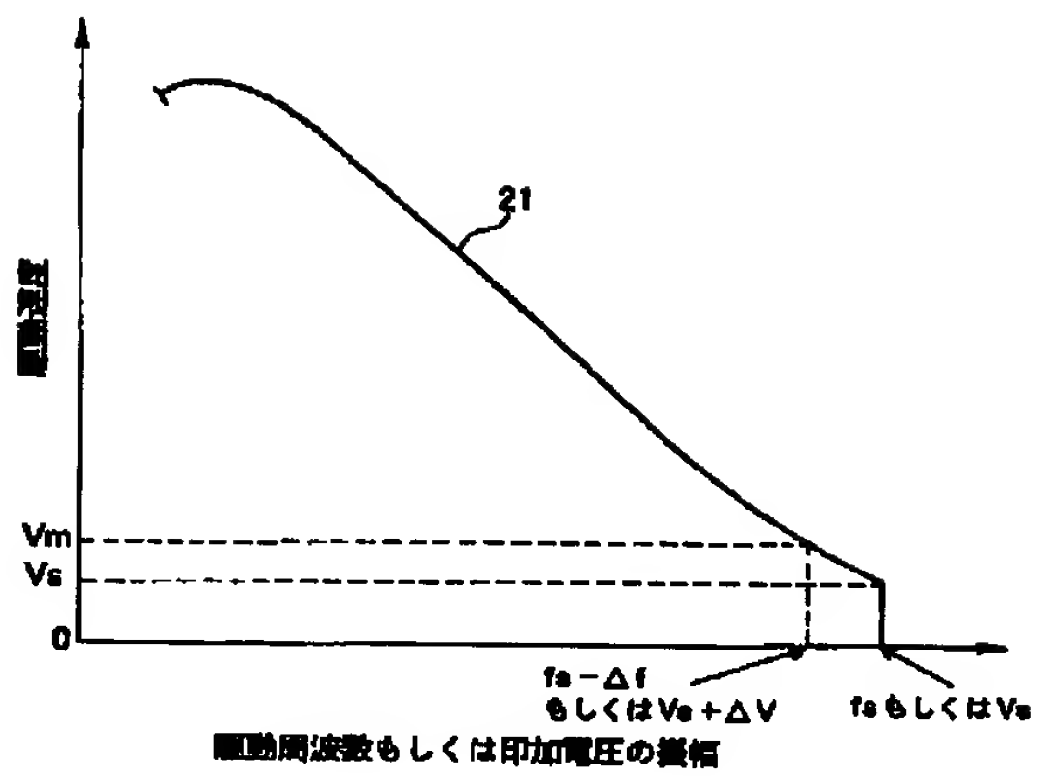
【図2】



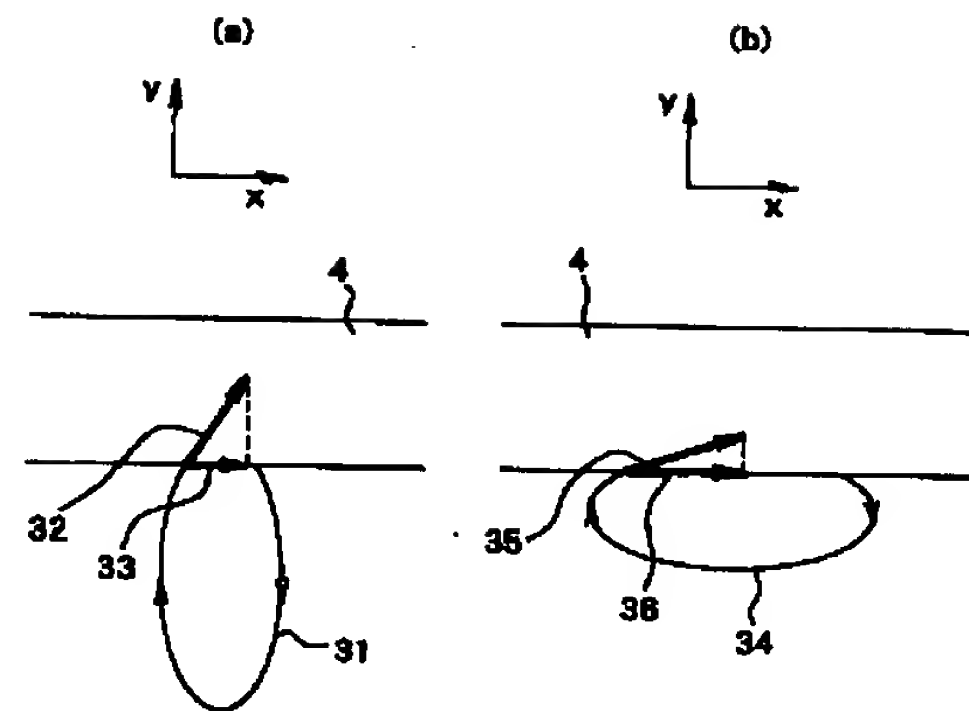
【図5】



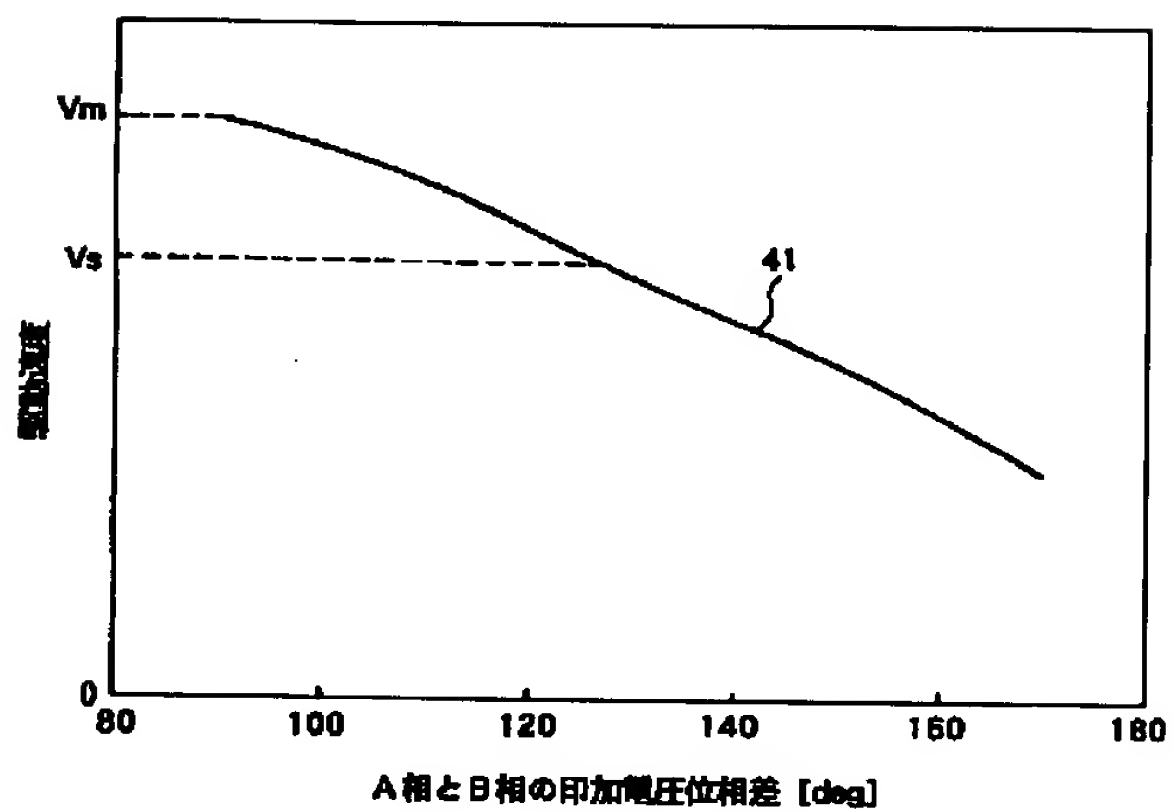
【図6】



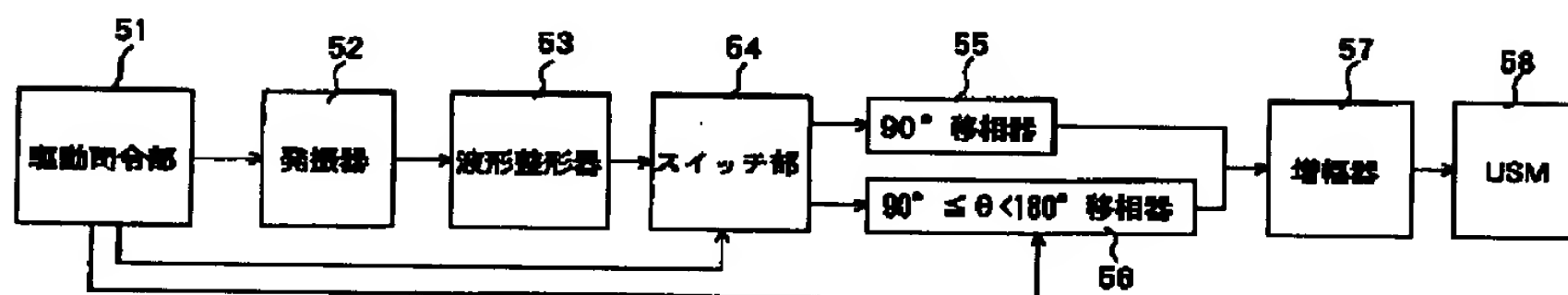
【図7】



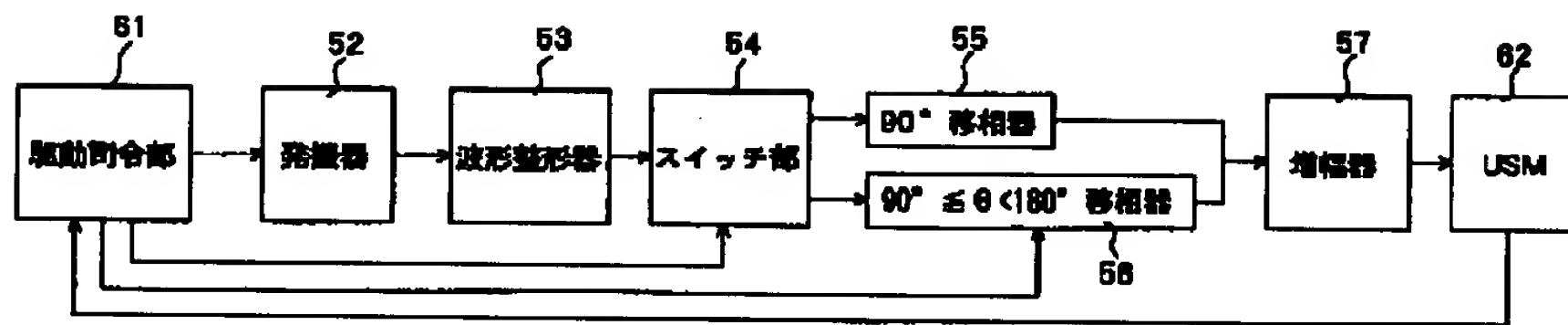
【図8】



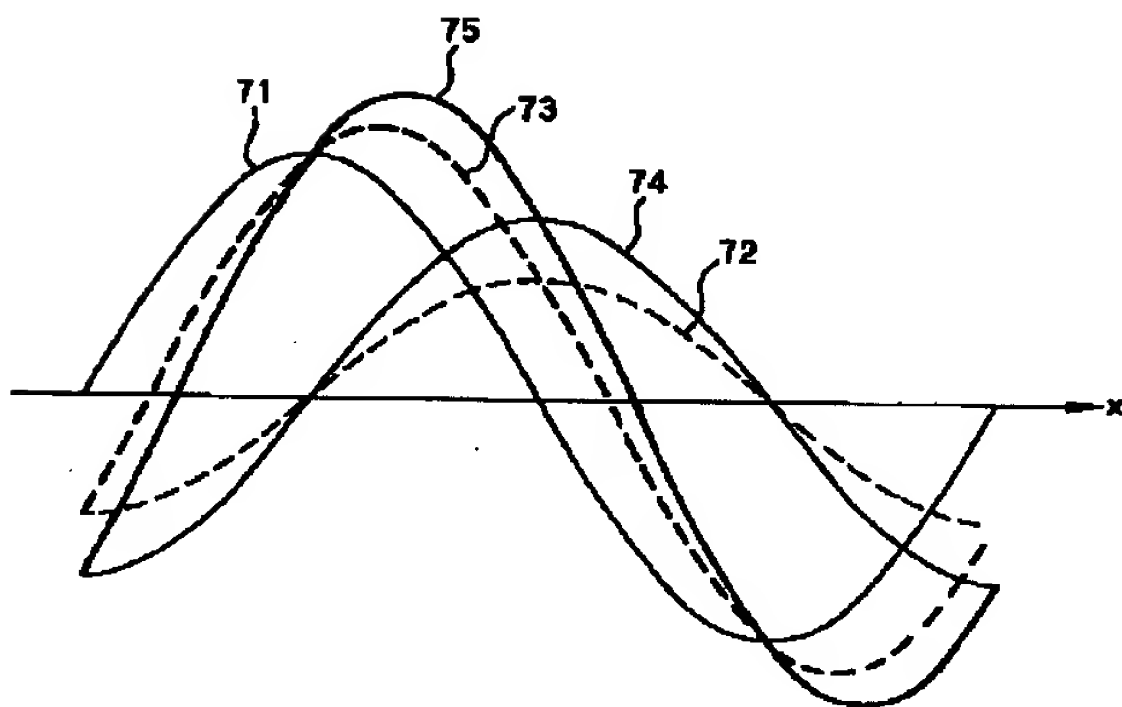
【図9】



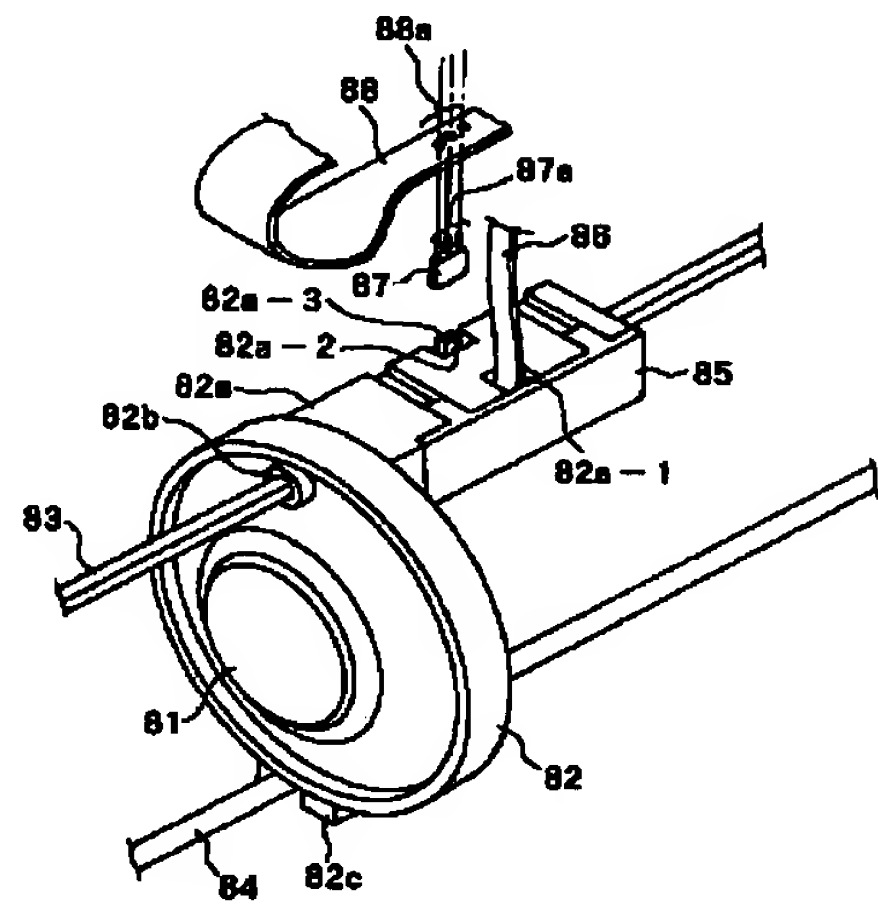
【図10】



【図11】



【図12】



【図13】

